

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Campus de Bauru

Faculdade de Engenharia

Agosto de 2010

**O BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM COMBINAÇÃO COM FOLHAS
CAULINARES DE BAMBU PARA SEU EMPREGO EM CHAPAS DE PARTÍCULAS**

***SUGARCANE BAGASSE COMBINED WITH BAMBOO LEAFSTEAM FOR ITS USE IN
PARTICLEBOARD***

Gisele de Jesus Santos¹, Rosane Aparecida Gomes Battistelle², Humberto S. A. Varum³

¹ Aluna do curso de Arquitetura e Urbanismo da
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação
da Universidade Estadual Paulista

² Professora Doutora do Departamento de Engenharia Civil
da Universidade Estadual Paulista

³ Engenheiro Civil, Dr., Professor da Universidade de Aveiro, Portugal.

RESUMO: O desenvolvimento e o progresso industrial beneficiaram a humanidade com muitas facilidades e avanços tecnológicos importantes. Porém, trouxeram consigo consequências avassaladoras como os impactos ambientais causados pela exploração indiscriminada de recursos naturais. Assim surgiam alternativas ecologicamente corretas a fim de reduzir os impactos ambientais e gerenciar da melhor forma o uso dos recursos naturais, como o de pesquisas desenvolvidas com materiais de construção alternativos.

Seguindo essa iniciativa, este trabalho tem como objetivo a produção e análise de chapas de partículas fabricadas com folhas caulinares de bambu e bagaço da cana-de-açúcar, e o levantamento das usinas de beneficiamento de cana-de-açúcar do estado de São Paulo. Essas chapas de vedação utilizam o bagaço oriundo de uma usina cujo resíduo advém do processo de fabricação do açúcar e do álcool.

Palavras -chave: chapas de partículas aglomeradas, folhas caulinares de bambu, bagaço de cana-de-açúcar, usinas de cana-de-açúcar.

Abstract: *The development and industrial progress have brought many facilities and technological advances to mankind. However, it also brought devastating consequences such as environmental impacts caused by indiscriminate exploitation of natural resources.*

Thus arose environmentally friendly alternatives to reduce environmental impacts and better manage the use of natural resources, such as the researches developed with alternative building materials.

Following this initiative, this work aims the production and analysis of particleboards made with bamboo leaf steam and sugar cane bagasse, besides a data collection of sugar-cane mills of the state of Sao Paulo. These sealing boards uses the bagasse coming from a mill whose waste comes from the manufacturing process of sugar and alcohol.

Keywords: *particleboard, bamboo leaf, sugar cane bagasse, sugar cane mills.*

1. Introdução

Visando alcançar a modernidade e a riqueza, as grandes nações foram estimuladas a explorar indiscriminadamente os recursos naturais do planeta além do seu limite renovação, e a lançar no meio ambiente mais dejetos do que a natureza pode absorver, trazendo assim, consequências como as mudanças climáticas, extinção de espécies vegetais e animais, escassez de recursos naturais e poluição.

Desta forma, a sociedade está sendo obrigada a repensar seus conceitos e investir em novas alternativas de manejo dos recursos e a destinação correta dos poluentes, a fim de minimizar os impactos já em curso e evitar novos danos ao meio ambiente e, por consequência, para a vida terrestre.

Dentre tais alternativas estão as pesquisas com materiais sustentáveis como os desenvolvidos com fibras vegetais na fabricação de novos produtos, tais como os trabalhos de Agopyan (1991), que se utiliza das fibras vegetais no reforço de materiais direcionados a construção civil, e o de Silva (2006), que usou o bagaço da cana-de-açúcar na produção de painéis tipo OSB (Oriented Strand Board), como também a pesquisa de Wiedman (2002), que utilizou-se das fibras de coco aplicadas em mobiliário e na construção civil.

2. Revisão bibliográfica

Após a Primeira Guerra Mundial, fazendeiros de café que buscavam a diversificação, criaram outras usinas de beneficiamento agrícola, principalmente no estado de São Paulo. Com a Segunda Guerra Mundial e a necessidade de aumentar a produção, São Paulo ultrapassou o Nordeste, liderando desde então a produção nacional de açúcar e álcool.

Nesse quesito, pose-se citar os números fornecidos pela União dos Produtores de Bioenergia (UDOP), no qual afirma que no ranking mundial, o Brasil ocupa o primeiro lugar na produção de cana-de-açúcar com 7 milhões de hectares plantados, equivalente a cerca de 2% da terra arável do país. Seu cultivo é realizado em todas as regiões brasileiras, com exceção do Norte, permitindo assim o aproveitamento de duas safras para a produção industrial de açúcar e etanol, no ano todo. Cabe ressaltar que metade da safra é destinada à fabricação de etanol, tornando o Brasil o segundo maior produtor mundial desse combustível.

Conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Brasil apresentou 8,36 milhões de hectares de área plantada de cana, 7,29 milhões de hectares de área colhida (Figura 01), e um rendimento de 76,61 toneladas por hectares na safra de 2008/2009. Quanto à produção, obteve os números de 569.062.629 de toneladas de cana processada, sendo 346.292.969 de toneladas apenas do estado de São Paulo. Já a produção de etanol foi de 18.169.753 m³, com 10.715.759 m³ apenas em São Paulo. A produção de açúcar foi de 31.049.206 toneladas, sendo 19.662.436 toneladas apenas no estado de São Paulo.

No entanto, com essa grande produção também se gera outros subprodutos da cana, como o bagaço da cana-de-açúcar, considerado o maior resíduo da agroindústria brasileira, com uma geração de cerca de 5 a 12 milhões de toneladas por ano, como os dados apresentados pela Revista Pesquisa FAPESP (1998), sendo de 60% a 90% do bagaço convertido em energia pelas usinas, que a utilizam para o funcionamento de suas próprias instalações, e uma pequena parte reutilizada para outros fins, como ração animal, fabricação de papel e aglomerados e na construção civil. Porém, a parcela restante acaba gerando diversos problemas ambientais por não possuir uma destinação correta, acabando por lotar os pátios industriais (Figura 01).



FIGURA 01 - Processos da cana-de-açúcar: colheita mecanizada e pós-processamento (bagaço). Fonte:Revista Pesquisa FAPESP (2009).

De forma a aproveitar esse rejeito e outros resíduos agrícolas, surgiram algumas pesquisas com diferentes utilizações, de onde, em suas composições, inseriram-se diferentes descartes (sisal, casca de coco e palha de arroz, entre outros). Com exemplo, pode-se mencionar as pesquisas com a celulose contida no bagaço para a produção do chamado etanol de segunda geração, com as vantagens do barateamento da produção do etanol convencional e o aumento da produtividade, sem a necessidade do aumento proporcional da área plantada de cana-de-açúcar devido a grande disponibilidade do bagaço, a um baixo custo (cerca de US\$ 15 a tonelada), além de evitar a competição entre biocombustíveis e alimentos, pois o bagaço não é utilizado para esse fim.

Em relação às pesquisas científicas especificamente com chapas de partículas, assunto principal deste trabalho, pode-se notar os trabalhos de autores como Wiedman (2002), Silva (2006), Catosse e Battistelle (2008) e Valarelli *et al.* (2009), que vêm desenvolvendo pesquisas importantes, cujo objetivo é de produzir e avaliar as chapas compostas de resíduos industriais como a cana-de-açúcar e as fibras vegetais do bambu e coco, além de produtos reciclados, como as embalagens cartonadas do tipo Tetra-Pak (BATTISTELLE *et al.*, 2006).

3. Objetivo

Esse trabalho tem como objetivo fazer um levantamento junto às usinas de cana-de-açúcar, visando obter dados relativos à sua produção e distribuição no Estado de São Paulo, além da produção e avaliação física e mecânica de chapas de partículas aglomeradas compostas de resíduos agroindustriais como o bagaço da cana-de-açúcar em conjunto com as folhas caulinares de bambu da espécie *Dendrocalamus Giganteus*.

4. Metodologia

As chapas de partículas aglomeradas compostas de bagaço da cana-de-açúcar e das folhas de bambu foram produzidas nos traços 100% (T1), 75% (T2), 50% (T3), 40% (T4), 25% (T5) e 0% (T6) de cana, e foram avaliadas quanto ao desempenho através de ensaios físicos e mecânicos normatizados. A seguir, são destacados os pontos de maior relevância desse trabalho, como o levantamento das usinas paulistas de cana-de-açúcar e seus respectivos dados de produção, e a produção das chapas de partículas, tendo como base a norma brasileira NBR14810-3 (2002) da ABNT e o trabalho de Nascimento (2003).

4.1. Levantamento das usinas de cana-de-açúcar do estado de São Paulo

Através de um levantamento das usinas paulistas, foram encontradas 246 unidades, as quais foram organizadas em uma lista, de onde 145 foram contatadas por email, buscando informações de produção como a quantidade de cana processada e o bagaço gerado por mês

em cada unidade, além da destinação final desse resíduo, mencionando a importância e a utilidade dessas informações para o andamento da pesquisa. Partindo desta lista, foram criadas tabelas com a localização, nome, razão social, grupo, tipo de produção e o contatos (endereço ou email) de cada usina, organizadas por cidades, separadamente. De algumas usinas não houve retorno (devolução do questionário), e de outras não foi possível entrar em contato, obtendo-se dessa forma a resposta de apenas 28 unidades.

Em pesquisa paralela, foram obtidos dados em sites das próprias usinas e de associações como a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), a União dos Produtores de Bioenergia (UDOP), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e a Sucral - Soluções em Açúcar, Etanol e Co-geração. Alguns dados foram completados e agrupados em tabelas, como os exemplos mostrados na Tabela 01:

TABELA 01 - Amostras de dados de produção das usinas do Estado de São Paulo coletados através de respostas dos emails e sites institucionais.

GRUPO	UNIDADE	CIDADE	PROD.	MOAGEM (ton)	REAPROVEITAMENTO
COSAN	Usina Açucareira Bom Retiro S/A	Capivari	Mista	capacidade de 7.200/dia	bagaço: 25% da cana moída; 100% aproveitado pela usina; quando há excesso é vendido.
	São Francisco S/A Indústria e Comércio	Elias Fausto	Açúcar	capacidade de 8.400/dia	
	Usina Junqueira S/A Indústria e Comércio	Igarapava	Mista	capacidade de 16.000/dia	
	Maracaí / Usina Nova América S/A	Maracaí	Mista	capacidade de 16.500/dia	
	Mundial S/A Indústria e Comércio	Mirandópolis	Mista	capacidade de 7.500/dia	
	Paralcool / Destilaria Paraguaçu Ltda	Paraguaçu Paulista	Álcool	capacidade de 6.000/dia	
	Diamante	Jaú	Mista	capacidade de 11.000/dia	
	Santa Helena S/A Indústria e Comércio	Rio das Pedras	Mista		
	Costa Pinto Indústria e Comércio	Piracicaba	Mista	capacidade de 24.000/dia	
DA BARRA / COSAN	Gasa / Usina Guanabara	Andradina	Mista	capacidade de 16.000/dia	
	Destivale	Araçatuba	Mista	capacidade de 7.500/dia	
	Tamoio	Araraquara	Mista	capacidade de 7.300/dia	
	Usina Da Barra Açúcar e Álcool S/A	Barra Bonita	Mista	6.815.821 (safra 07/08)	
	Benalcool	Bento de Abreu	Mista	capacidade de 6.300/dia	
	Dois Corregos	Dois Córregos	Mista	capacidade de 7.500/dia	
	Bonfim / Açucareira Corona	Guariba	Mista	capacidade de 24.000/dia	
	Ipaussu	Ipaussu	Mista	capacidade de 11.000/dia	
	Univalem	Valparaíso	Mista	capacidade de 12.000/dia	
—	Usina Maringá Indústria e Comércio Ltda	Araraquara	Mista	—	cada ton de cana = ~ 270 Kg de bagaço (27%) / sobra = ~ 4,5% (12 Kg) - usina sem co-geração de energia elétrica
—	Usina Batatais S/A Açúcar e Álcool	Batatais	Mista	3.441.118 (safra 08/09)	consumo de 85% do bagaço produzido; 15% vendidos para fabricação de caixas de papelão e geração de energia
—	Usina Santa Adélia S/A	Jaboticabal	Mista	2.287.563 (safra 08/09)	13.095 ton (04/05) (as 2 unidades) / sem informações das safras posteriores
—	Virgolino de Oliveira S/A Açúcar e Álcool	José Bonifácio	Mista	2.353.597 (safra 08/09)	bagaço: 780.000 ton (26% da moagem), reuso: 634.254 ton (81%); sobra: 145.746 ton (19%) por safra

Continuação da Tabela 01.

PEDRA AGROINDUSTRIAL	Usina Ipê	Nova Independência	Álcool	1.372.250 (safra 08/09)	bagaço: 60.000 ton/mês; reaprov: total, sendo 10 a 15 % armazenado para dias de chuva, excedente > matriz
	Usina Ibirá	Santa Rosa do Viterbo	Mista	1.269.268 (safra 08/09)	
–	Interlagos / Usina Santa Adélia S/A	Pereira Barreto	Álcool	2.151.099 (safra 08/09)	cana moída: 96.000; consumo caldeira: 75.000 (78%); sobra: 21.000 (22%) > co-geração de energia na entre safra
–	Pederneiras / Zambianco Açúcar e Álcool Ltda	Tietê	Mista	–	bagaço gerado por mês: 26800 ton / consumo mensal - queima em caldeiras: 22300 ton/ sobra: 4500 ton
ZILOR	Usina Barra Grande de Lençóis S/A	Lençóis Paulista	Mista	4.376.620 (08/09)	99,95% reuso e 0,047% reciclagem (as 3 unidades juntas)
	São José / Açucareira Zillo Lorenzetti S/A	Macatuba	Mista	4.222.913 (safra 08/09)	
	Quatá Açucareira Quatá S/A	Quatá	Mista	1.655.766 (safra 08/09)	

Conforme pode ser verificado na Tabela 01 acima, além da localização, nome e razão social e o tipo de produção das usinas apresenta também os números da moagem e geração de bagaço de cana-de-açúcar de cada uma. Alguns dados de moagem e do reaproveitamento aparecem iguais, pois os números cedidos por algumas das usinas se encontram totalizadas, ou seja, somados ao total das outras unidades produtoras pertencentes a um mesmo grupo. Como alguns dados tais como os de moagem foram obtidos no próprio site da empresa, ou em sites de associações (UNICA e UDOP); e em algumas usinas, só foi possível conhecer a capacidade produtiva (diária ou anual) e não o seu valor absoluto por safra.

Neste levantamento, destaca-se também a visita monitorada à usina Paraíso Bioenergia, localizada no município de Brotas, interior de São Paulo, permitindo assim, que os pesquisadores conhecessem o processo produtivo e a geração de bagaço da cana-de-açúcar, além de coletar o resíduo necessário à fabricação das chapas. A produção da empresa está ilustrada no quadro 01.

QUADRO 01 – Finalidades da produção da Usina Paraíso Bioenergia, de Brotas-SP.

➤ álcool	- álcool hidratado - álcool hidratado carburante - álcool anidro carburante
➤ açúcar	- açúcar refinado - açúcar cristal - açúcar VHP

Além disso, a usina trabalha na co-geração de energia, por meio da queima do bagaço da cana-de-açúcar. Sua produção, que envolve as etapas de plantio, transporte, lavagem, preparo da cana e moagem, é de cerca de 9000 toneladas de cana processada/dia, 15.000 sacos de açúcar (50 Kg cada)/dia e 370 m³ de álcool/dia, com geração de bagaço de aproximadamente 27 Kg por tonelada de cana.

A obtenção dos valores relativos a geração de bagaço, foi baseada nas respostas, gentilmente cedida pela Usina GVO (Unidade José Bonifácio-SP), que poderá ser expressa no Quadro 02 apresentado a seguir:

- Em 3.000.000 toneladas de cana/safra tem-se uma geração de bagaço de cerca de 26% da cana processada, ou seja, 780.000 ton de bagaço;
- Utilização na geração de vapor (valor estimado para a vazão de vapor) → 285 ton/hora = 6.840 ton/dia, e da vazão por safra (em 240 dias), igual a 1.641.600 ton, que multiplicado pela eficiência de tempo de 0.85 (também estimado), gera um montante de 1.395.360 ton de vapor.
- Admitindo-se que, com 1 tonelada de bagaço geram-se 2,2 toneladas de vapor, tem-se que o bagaço consumido nesta fase é 634.254 ton de bagaço.
- Portanto, para se medir a sobra do bagaço em uma indústria, pode-se calcular a diferença entre o bagaço gerado, menos o bagaço consumido, ou seja, um valor de 145.746 ton de sobra de bagaço (780.000 - 634.254), sendo este montante depositado nos pátios das usinas.

4.2. Seleção e caracterização dos materiais

Os materiais utilizados para a confecção das chapas de partículas foram o bagaço da cana-de-açúcar cedido já triturado pela usina Paraíso Bioenergia, situado na cidade de Brotas-SP e a folha caulinar de bambu proveniente da Área Experimental Agrícola do Departamento de Engenharia Mecânica no campus da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Bauru-SP.

De acordo com a Agrobayte (2010), Machado (2003) e Rodrigues (1995), a cana-de-açúcar é originária do sudeste asiático e pertence ao gênero *Saccharum L.*, é composta de 40% de celulose, 35% de hemicelulose e 15% de lignina. Já o bambu, conforme citações de Pereira e Beraldo (2007), pertence à família das *Poaceae* ou *Gramineae*, e sub-família *Bambusoideae*, cuja classificação se subdivide em *Bambuseae*, tem como principais componentes a celulose a cerca de 55%, e a lignina com de 25%. É bastante resistente a diferentes condições de clima, solo e altitude, e apresenta alta resistência mecânica, alta velocidade de crescimento e renovação, porém baixa resistência ao fendilhamento, além da função de despoluição, pois produz oxigênio e retira do solo alguns elementos nocivos, como o nitrogênio. O bambu é utilizado em diversos setores como a construção civil, mobiliários, setor têxtil e de cosméticos, em medicamentos, e até mesmo o alimentício.

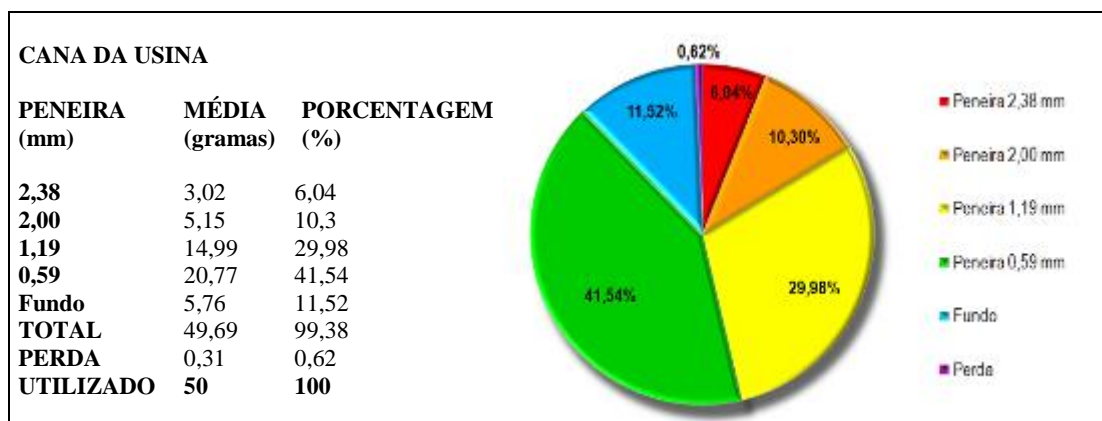
As chapas de partículas foram produzidas para fins de vedação e revestimentos, apresentando-se assim como alternativa ao uso da madeira, a fim de evitar a exploração excessiva e os problemas de manejo dos resíduos advindos do processo industrial do álcool e do açúcar. As chapas produzidas foram posteriormente analisadas quanto ao seu desempenho físico e mecânico através de ensaios normatizados. Dentre eles, destaca-se o de granulometria das partículas, que será descrito a seguir.

4.3. Análise granulométrica dos resíduos

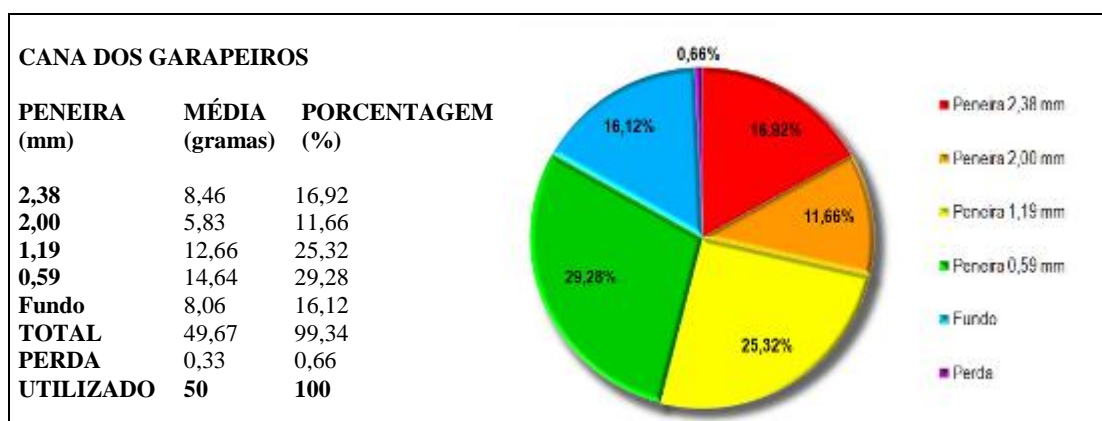
Como exemplo de caracterização, apresenta-se a verificação do tamanho das partículas que consiste em analisar as diferentes graduações dos resíduos, obtidas através da análise granulométrica do bagaço da cana-de-açúcar e das folhas de bambu, visando conhecer as características de cada material individualmente, e padronizar a composição das chapas. Para isso, foram retiradas amostras previamente trituradas e peneiradas, contendo 150 gramas de folhas caulinares de bambu, 150 gramas de bagaço de cana-de-açúcar proveniente do garapeiro e 150 gramas de bagaço de cana-de-açúcar cedida pela usina Paraíso Bioenergia. Cada resíduo foi separado em três partes de 50 gramas cada, devido ao tamanho das peneiras, que comportam apenas pequenas quantidades.

Cada 50 gramas de resíduo foram vibradas por 10 minutos em um vibrador de peneiras contendo as peneiras de aberturas 2,38 mm, 2,00 mm, 1,19 mm e 0,59 mm, dispostas em sequência da maior para a menor, a partir do topo. Em seguida, as frações obtidas foram pesadas em uma balança digital e o mesmo procedimento foi repetido para as outras duas partes do mesmo resíduo. Este procedimento baseia-se na norma NBR 7181 (1984), onde as graduações obtidas estão expressas nos quadros de 02, 03 e 04 cujos dados apresentados representam a média das três etapas para cada resíduo; ou seja:

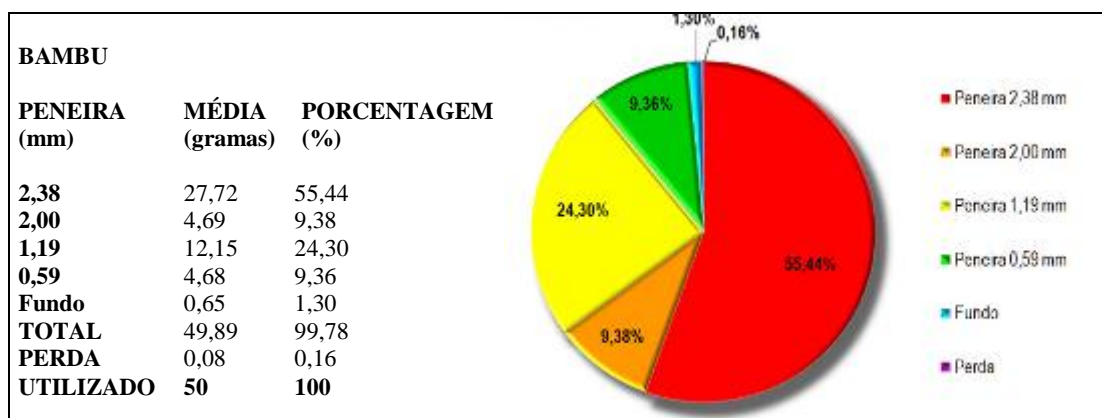
QUADRO 01- Dados do ensaio de granulometria: cana da usina.



QUADRO 02- Dados do ensaio de granulometria: cana dos garapeiros.



QUADRO 03- Dados do ensaio de granulometria: folhas caulinares de bambu.



Conforme pode ser visto nos quadros de 02 a 04, a quantidade de frações dos dois tipos de bagaço de cana-de-açúcar são inversamente proporcional ao bambu, ou seja, a maior

quantidade verificada no bambu foi na graduação de 2,38, enquanto os dois tipos de cana-de-açúcar renderam uma maior parte nas frações abaixo de 0,59 mm, conforme pode ser visualizado na Figura 03 abaixo:



FIGURA 03 - Graduações dos três tipos de resíduos.

Observa-se também através das figuras anteriores, a coloração mais escura que a cana da usina possui em relação à dos garapeiros, além de uma maior leveza, apresentando, portanto, maior volume para a mesma quantidade de massa no compósito.

4.3. Produção das chapas

As chapas foram produzidas com base na norma brasileira ABNT NBR 14810-3 e no trabalho de Nascimento (2003). Primeiramente, as folhas caulinares de bambu foram colocadas em um climatizador, e posteriormente trituradas e peneiradas para eliminar o pó fino existente. Já o bagaço da cana-de-açúcar, somente foi secado em estufa e em seguida peneirado para eliminar o pó fino (Figura 04).



FIGURA 04 - Etapas da preparação dos dois resíduos.

A seguir, o bagaço e as folhas foram pesados e separados em proporções pré-estipuladas para cada traço, utilizando-se um total de 1620 g de resíduo (cana e bambu) e 232,8g de adesivo, cuja composição é de 9,8g de água, 195,6g de resina uréia-formaldeído Cascomel (Cascamite PB-2346), 2,9g de amônia e 24,5g de parafina.

Dando continuidade, os componentes do adesivo já misturados foram adicionados aos resíduos e colocados em uma bateadeira industrial. Em seguida, foi despejada em uma forma quadrada de madeira de 40 x 40 cm sobre uma chapa metálica forrada com papel alumínio, e a realização de uma pré-prensagem manualmente. Logo após, a chapa foi levada para uma prensa hidráulica, onde a chapa foi finalmente prensada. As etapas anteriormente descritas estão ilustradas na Figura 05.



FIGURA 05 - Etapas da confecção das chapas.

Terminada essa etapa, as chapas foram cortadas como corpos-de-prova de acordo com cada ensaio.

5. CONCLUSÕES

Esse trabalho se constitui como mais um passo na luta contra a degradação ambiental ao apresentar uma alternativa mais sustentável ao uso da madeira e outros demais recursos naturais. Destinadas entre outros, à construção civil para aplicação em forros, divisórias e vedação, as chapas desenvolvidas neste trabalho, podem vir a contribuir para a diminuição da demanda de madeira, diminuindo assim o impacto causado pela devastação das florestas.

O levantamento sobre as usinas de cana-de-açúcar, realizado paralelamente à fabricação das chapas, desempenhou um papel importante no conhecimento do setor sucroalcooleiro, pois permitiu o aprofundamento em assuntos como o processo de moagem da cana-de-açúcar para gerar o açúcar, álcool e o bagaço, bem como, em relação aos números da produção no Brasil, e principalmente, no estado de São Paulo, onde enfocou esse levantamento (unidades paulistas). A visita realizada à usina Paraíso Bioenergia, em Brotas-SP, possibilitou conhecer pessoalmente todas as instalações de uma usina e suas metas diárias, bem como o processo de moagem da cana-de-açúcar geradora do açúcar e do etanol, assim como as etapas que levam à geração do bagaço, podendo assim aproveitar da parte descartada reutilizando-as em materiais e pesquisas sustentáveis.

A granulometria das partículas demonstrou que na análise do bambu, a maior parcela de resíduo retida foi na peneira de abertura 2,38, enquanto a cana (tanto da usina quanto dos garapeiros), a maior parte ficou retida nas graduações abaixo de 0,59 mm, indicando a relação inversamente proporcional entre esses dois materiais. Destaca-se também outros aspectos da cana da usina, como a leveza - maior em relação à cana dos garapeiros - e a coloração mais escura. A cana da usina também apresentou textura mais áspera e resistente que a cana dos garapeiros e até mesmo a folha do bambu, dificultando algumas tarefas de manuseio desse material. No entanto, essa característica pareceu ser a responsável pelo desempenho mecânico satisfatório das chapas com maior concentração de cana da usina em comparação àquelas que utilizavam maiores concentração de bambu na composição, contrariamente ao verificado nos trabalhos com a cana dos garapeiros (CATOSSE E BATTISTELLE, 2009). As chapas apresentaram também uma boa aparência e textura adequadas à finalidade indicada.

Referências bibliográficas

- AGOPYAN, V. Materiais Reforçados Com Fibras Para a Construção Civil nos Países em Desenvolvimento: O Uso de Fibras Vegetais. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Paulo - USP, 1991.
- AGROBYTE. Cana de Açúcar. Artigo em Hypertexto. Disponível em <http://www.agrobyte.com.br/cana.htm>. Acesso em 18/01/2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 14810 – Chapa de madeira aglomerada. Parte 3: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 27 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 7181 – Solo: Análise granulométrica, método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 13 p.
- BATTISTELLE, R. A. G.; SANTOS, M. F. N. ; MIYAZATO, T., REDIVO, C.. Compósitos fabricados com resíduos de bambu, celulose, papel e Tetra-Pak com aplicação em design de produtos. Revista Madeira (CD-Rom), v. 16, p. 01-04, 2006.
- CATOSSE, C. B ; BATTISTELLE, R. A. G. . Sustentabilidade: Uso do Bagaço da Cana-de-Açúcar e de Folhas de Bambu para Produção de Chapas de Vedação. In: 20th Annual Conference of the Production and Operations Management Society, 2009, Orlando. Orlando. 20th POMS Annual Conference Proceedings, 2009.
- MACHADO, F. B. P. Brasil, A Doce Terra - História do Setor. 2003. Artigo em Hypertexto. Disponível em < <http://www.canaweb.com.br/Conteudo/HistoriadoSetor.asp> >. Acesso em 21/01/2010.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Site Institucional. Estatísticas - Balanço Nacional da Cana-de-Açúcar e Agroenergia de 2007. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/> >. Acesso em 05/04/2009.
- NASCIMENTO, M. F. CPH - Chapas de Partículas Homogêneas - Madeiras do Nordeste do Brasil. Dissertação (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 143 p, 2003.
- PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. Bambu de Corpo e Alma, Editora Canal 6, Bauru, SP, 2007.
- REVISTA PESQUISA FAPESP. Propriedades do bagaço da cana-de-açúcar, edição Impressa 30 - Abril 1998. Disponível em <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=378&bd=1&pg=1&lg>>. Acesso em: 21/03/2009.
- RODRIGUES, J. D. Fisiologia da cana-de-açúcar. Universidade Estadual Paulista - Instituto de Biociências - Campus De Botucatu, 1995.
- SILVA, A. J. P. Aplicação de Partículas Longas e Orientadas de Bagaço de Cana-de-Açúcar na Produção de Pannel Particulado Similar ao OSB. Tese de Doutorado em Interunidades Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade de São Paulo - USP, 2006.
- SUCRAL - Soluções em Açúcar, Etanol e Co-geração. Site institucional. Guia de Produtores - São Paulo. Acesso em 06/08/2009.
- WIEDMAN, G. A. Fibra de Coco e Resinas de Origem Vegetal para Produção de Componentes de Mobiliário e da Construção Civil, Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo - USP, 2002.
- UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - UNICA. Site institucional. Disponível em <<http://www.unica.com.br/> > Acesso em 04/04/2009.
- UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA - UDOP. Site institucional. Disponível em <<http://www.udop.com.br/> > Acesso em 16/05/2009.
- VALARELLI, I. D.; BATTISTELLE, R. A. G.; GONÇALVES, M. T. T. ; SAMPAIO, M. S. . Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de chapas aglomeradas de partículas de colmo e folha caulinar de bambu *Dendrocalamus Giganteus*. Revista Madeira: Arquitetura e Engenharia, v. 24, ano 10, ISSN 1516-2850, p. 63-75, 2009.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESP (Processo nº 09/52331-5)